

(12) NACH DEM VERG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
29. April 2004 (29.04.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/036042 A1(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F04B 49/00**,
F15B 11/02(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **BRUENINGHAUS HYDROMATIK GMBH**
[DE/DE]; Glockeraustrasse 2, 89275 Elchingen (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/011216

(22) Internationales Anmeldedatum:
9. Oktober 2003 (09.10.2003)(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MAIER, Hermann**
[DE/DE]; Breitenbachstrasse 38, 72178 Waldachtal (DE).
BELSER, Roland [DE/DE]; Unterstadt 11, 72401 Haiger-
loch (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

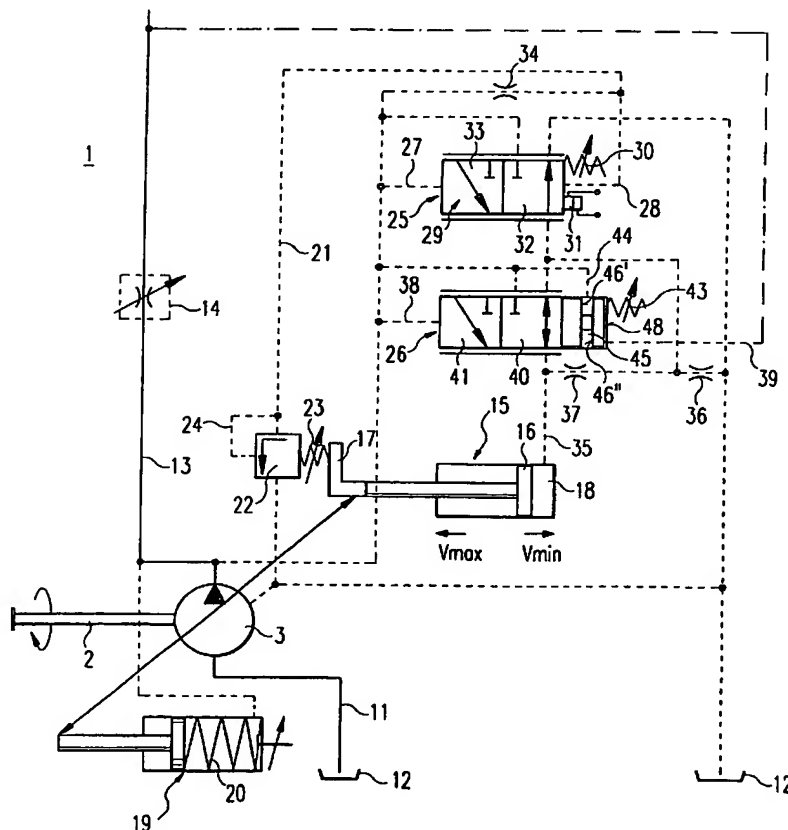
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(74) Anwälte: **KÖRFER, Thomas** usw.; Mitscherlich & Part-
ner, Sonnenstrasse 33, 80331 München (DE).(30) Angaben zur Priorität:
102 47 665.9 11. Oktober 2002 (11.10.2002) DE (81) Bestimmungsstaat (national): US.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: REGULATOR DEVICE AND A VALVE UNIT FOR A HYDRAULIC PUMP

(54) Bezeichnung: REGELVORRICHTUNG UND VENTILBLOCK FÜR EINE HYDROPUMPE



(57) Abstract: The invention relates to a regulator device (1) for a hydraulic pump which pumps into at least one working pipe (13), and to a valve unit for said pump. The pumping volume of the hydraulic pump (3) is regulated with the aid of a regulator device (15, 19) exposed to a regulating pressure which is regulated by an adjusting valve (26) in conformity to a first and a second pressure. The first pressure passes through a first pressure pipe (38) and acts on a first measuring surface, the second pressure passes through a second pressure pipe (39) and acts on a second pressure surface opposite to the first surface of the adjusting valve (26), the first pressure being higher than the second pressure. Said invention is characterised in that a pressure chamber (45) is arranged between the first and second measuring surfaces, thereby forming a discharge channel towards the second pressure pipe (39).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



(84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Regelvorrichtung (1) für eine in zumindest eine Arbeitsleitung (13) fördernde Hydropumpe sowie einen Ventilblock hierfür. Die Hydropumpe (3) ist in ihrem Verdrängungsvolumen durch eine Verstelleinrichtung (15, 19) einstellbar, wobei die Verstelleinrichtung (15, 19) mit einem Stelldruck beaufschlagbar ist, der durch ein Regelventil (26) in Abhängigkeit von einem ersten Druck und einem zweiten Druck geregelt ist. Mit dem ersten Druck wird über eine erste Druckleitung (38) eine erste Messfläche beaufschlagt und mit dem zweiten Druck wird über eine zweite Druckleitung (39) eine entgegengesetzte zweite Messfläche des Regelventils (26) beaufschlagt, wobei der erste Druck höher als der zweite Druck ist. Zwischen der ersten und der zweiten Messfläche ist ein Druckraum (45) vorhanden, wobei von dem Druckraum (45) in Richtung der zweiten Druckleitung (39) ein Leckageweg ausgebildet ist.

REGELVORRICHTUNG UND VENTILBLOCK FÜR EINE HYDROPUMPE

Die Erfindung betrifft eine Regelvorrichtung für eine Hydropumpe, deren Verdrängungsvolumen mittels einer Verstelleinrichtung verstellbar ist. Ferner betrifft die Erfindung einen Ventilblock für eine solche Regelvorrichtung.

Eine Regelvorrichtung sowie ein Ventilblock für eine solche Regelvorrichtung für verstellbare hydrostatische Kolbenmaschinen ist z. B. aus der DE 199 53 170 A1 bekannt. Die Regelvorrichtung besteht aus einem Leistungsregelventil sowie einem Förderstromregelventil. Das Leistungsregelventil und das Förderstromregelventil sind in einem gemeinsamen Ventilblock angeordnet. Beide Regelventile weisen einen Ventilkolben auf, welcher einseitig mit dem förderseitigen Druck der Hydropumpe beaufschlagt wird. Der Ventilkolben des Förderstromregelventils wird in entgegengesetzter Richtung durch einen einer Arbeitsleitung entnommenen Druck beaufschlagt, wobei die Entnahmestelle in der Arbeitsleitung stromabwärts einer Förderstromdrossel angeordnet ist. Die druckbeaufschlagten Flächen sind an den beiden voneinander abgewandten Enden des Ventilkolbens ausgebildet. Liegt der Arbeitsdruck unterhalb eines Grenzwertes, so wird die Verstelleinrichtung der Hydropumpe ausschließlich durch das Förderstromregelventil bestimmt. Hierzu wird in einer Stelldruckkammer der Verstelleinrichtung ein Stelldruck eingestellt, welcher durch das Förderstromregelventil entsprechend dem an der Förderstromdrossel abfallenden Druck eingestellt wird.

Die Ventilkolben sind in jeweils einer Bohrung des Ventilblocks in axialer Richtung verschiebbar, so dass die Passung zwischen den Dichtabschnitten des Ventilkolbens und der Bohrung in dem Ventilblock für ein leichtes Ansprechen bei Druckänderung so gewählt sein müssen, dass sich die Ventilkolben bereits bei geringer Krafteinwirkung in axialer Richtung verschieben lässt. Durch die aufgrund

der Passung erforderlichen Spaltmaße bildet sich ein geringer Leakagestrom in Richtung des Förderstromregelventils aus. Durch diesen Leakagestrom werden kleine Schmutzpartikeln, welche sich in dem Leitungssystem befinden, in Richtung des Ventilkolbens gefördert. An dem im Bereich des dichtenden Abschnitts ausgebildeten ringförmigen Spalt, der als Filter wirkt, setzen sich diese Schmutzpartikel ab und führen so zu einer Beschädigung der Laufbahn des Ventilkolbens bzw. der Ventilfläche. Neben der dadurch bedingten Verschlechterung der Dichtwirkung des dichtenden Abschnitts kann es im Extremfall sogar zu einem Klemmen des Ventilkolbens kommen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Regelvorrichtung sowie einen Ventilblock für eine Regelvorrichtung zu schaffen, bei der eine Ablagerung von Schmutzpartikeln im Bereich des Ventilkolbens zuverlässig verhindert wird.

Die Aufgabe wird durch die erfindungsgemäße Regeleinrichtungen mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch den Ventilblock mit den Merkmalen des Anspruchs 6 gelöst.

Erfindungsgemäß ist an dem Ventilkolben ein Druckraum ausgebildet, welche über eine Leitung oder einen Kanal mit einem förderseitigen Arbeitsdruckanschluß verbunden ist. Der Druckraum ist durch einen Dichtabschnitt von einer Stirnfläche des Ventilkolbens getrennt, wobei an der Stirnfläche des Ventilkolbens ein Druck wirkt, welcher geringer ist als der an dem förderseitigen Arbeitsdruckanschluß vorhandene Druck. Die unvermeidbare Leckage im Bereich des Dichtabschnitts verläuft entsprechend dem herrschenden Druckgefälle in Richtung aus dem Ventil heraus, so dass an Stelle des verschmutzten Leckfluids der Ringsspalt um den Dichtabschnitt des Ventilkolbens durch sauberes Leckfluid gespült wird. Dadurch werden Ablagerungen im Bereich des Ventilkolbens

zuverlässig verhindert und der Verschleiß des Ventilkolbens bzw. der korrespondierenden Lauffläche vermieden.

- 5 Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Regelvorrichtungen sowie des erfindungsgemäßen Ventilblocks möglich.
- 10 Insbesondere ist es vorteilhaft, den Druckraum als Ringraum auszubilden, wobei die beiden begrenzenden Abschnitte als dichtende Abschnitte ausgeführt sind, so dass der in den Druckraum zugeführte Druck keine Kraft in axialer Richtung auf den Ventilkolben ausübt.
- 15 Weiterhin ist es vorteilhaft die Verbindung durch einen Gegendruckkanal zu erzeugen, welcher im Inneren des Ventilkolbens als Längsbohrung verläuft, und der durch eine Verbindungsbohrung mit dem Druckraum verbunden ist.
- 20 Ein weiterer Vorteil ist, dass eine ohnehin bereits vorhandene Längsbohrung, welche im Inneren des Ventilkolbens angebracht ist, genutzt werden kann, indem sie verlängert wird. Zusätzliche Werkzeuge oder weitere Arbeitsgänge sind daher nicht erforderlich, so dass sich
- 25 die Kosten gegenüber dem bekannten Ventilblock kaum erhöhen.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher

30 beschrieben. In der Zeichnung zeigen:

- Fig. 1 ein hydraulisches Prinzipschaltbild eines ersten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Regelvorrichtung,
- 35 Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Ventilblocks für das erste Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Regelvorrichtung,

- Fig. 3 ein hydraulisches Ersatzschaltbild des in Fig. 2 gezeigten erfindungsgemäßen Ventilblocks,
- Fig. 4 ein hydraulisches Prinzipschaltbild eines zweiten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Regelvorrichtung,
- Fig. 5 ein Ausführungsbeispiel eines Ventilblocks für das zweite Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Regelvorrichtung, und
- Fig. 6 ein hydraulisches Ersatzschaltbild des in Fig. 5 gezeigten erfindungsgemäßen Ventilblocks.
- Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Regelvorrichtung 1, welche eine Variation der begrenzenden Maximalleistung erlaubt.

Eine Hydropumpe 3 wird über die Welle 2 beispielsweise von einer nicht dargestellten Brennkraftmaschine angetrieben, saugt Hydraulikfluid über eine Saugleitung 11 aus einem Hydraulikfluid-Tank 12 an und fördert das Hydraulikfluid in eine Arbeitsleitung 13, in welcher eine Förderstromdrossel 14 angeordnet ist. Das Verdrängungsvolumen der Hydropumpe 3 ist über eine Verstelleinrichtung 15 verstellbar. Die Verstelleinrichtung 15 besteht aus einem Stellkolben 16, welcher mit einem Gestänge 17 verbunden ist und durch den in einer Stellkammer 18 herrschenden Stelldruck beaufschlagt wird. Die Verstelleinrichtung 15 umfaßt ferner eine Rückstelleinrichtung 19 mit einer Rückstellfeder 20. Sofern in der Stellkammer 18 kein Stelldruck herrscht, schwenkt die Rückstellfeder 20 die Hydropumpe 3 auf maximales Verdrängungsvolumen V_{\max} aus. Mit zunehmendem Stelldruck in der Stellkammer 18 wird die Hydropumpe 3 in Richtung auf minimales Verdrängungsvolumen V_{\min} zurückgeschwenkt.

In einer Leistungsregelleitung 21 befindet sich ein im Ausführungsbeispiel als Überdruckventil ausgebildete Leistungsregelventil 22. Das Leistungsregelventil 22 ist über eine vorzugsweise einstellbare Kopplungsfeder 23 mit dem Gestänge 17 der Verstelleinrichtung 15 verbunden. Die Kopplungsfeder 23 besteht vorzugsweise aus einem Federpaket mit mehreren Federn unterschiedlicher Federkonstante, so daß das Kraft-Weg-Diagramm der Kopplungsfeder 23 nicht einen linearen, sondern einen progressiven Verlauf hat. Mit zunehmender Rückschwenkung des Verdrängungsvolumens der Hydropumpe 3 in Richtung auf minimales Verdrängungsvolumen V_{\min} überträgt das Gestänge 17 der Verstellvorrichtung 15 eine zunehmend größere Kraft auf das Leistungsregelventil 22.

Wenn eine von dem Druck stromaufwärts des Leistungsregelventils 22 in der Leistungsregelleitung 21 über die Umwegleitung 24 hervorgerufene Gegenkraft größer als die durch die Vorspannung der Kopplungsfeder 23 hervorgerufene Kraft ist, so öffnet das Leistungsregelventil 22 die Leistungsregelleitung 21 zu dem Hydraulikfluid-Tank 12 hin. Diese Öffnung erfolgt solange, bis der Druck in der Leistungsregelleitung 21 soweit abgebaut ist, daß ein Kräftegleichgewicht zwischen der durch die Kopplungsfeder 23 ausgeübten Kraft und der von dem Druck in der Leistungsregelleitung 21 ausgeübten Gegenkraft besteht. Der in der Leistungsregelleitung 21 maximal herrschende Druck ist folglich um so höher, je weiter die Verstellvorrichtung 15 das Verdrängungsvolumen der Hydropumpe 3 in Richtung auf minimales Verdrängungsvolumen V_{\min} zurückgeschwenkt hat. Bei Verwendung einer Kopplungsfeder 23 mit progressivem Verlauf der Kraft-Weg-Charakteristik ergibt sich ein angenähert hyperbolischer Zusammenhang zwischen dem in der Leistungsregelleitung herrschenden Druck und dem von der Verstelleinrichtung 15 eingestellten Verdrängungsvolumen, so daß das Produkt aus Druck und Verdrängungsvolumen, d. h. die maximale hydraulische Leistung, konstant ist.

- Das Leistungsregelventil 22 arbeitet mit einem Steuerventil 25 zusammen, welchem ausschließlich die Funktion der Leistungsbegrenzung, nicht jedoch der Förderstromregelung zukommt. Für die Förderstromregelung ist ein separates Förderstromregelventil 26 vorgesehen. Durch das Trennen der Funktionen Leistungsbegrenzung und Förderstromregelung ist es möglich, die eingestellte, begrenzende Maximalleistung zu variieren.
- Das Steuerventil 25 ist über eine Verbindungsleitung 27 mit der Arbeitsleitung 13 stromaufwärts der Förderstromdrossel 14 und über eine Verbindungsleitung 28 mit der Leistungsregelleitung 21 stromaufwärts des Leistungsregelventils 22 verbunden. Das Steuerventil 25 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel als 3/2-Wegeventil ausgebildet und wird durch die Differenz zwischen dem in der Arbeitsleitung 13 herrschenden Arbeitsdruck und dem in der Leistungsregelleitung 21 stromaufwärts des Leistungsregelventils 22 herrschenden Leistungsregeldruck angesteuert. Auf den Ventilkolben 29 des Steuerventils 25 wirken ferner eine Kraft durch eine vorzugsweise einstellbare ersten Rückstellfeder 30 und im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 eine durch ein Stellglied 31 ausgeübte Zusatzkraft ein. Die von dem Stellglied 31 ausgeübte Zusatzkraft wirkt dabei gleichwirkend mit dem Leistungsregeldruck in der Leistungsregelleitung 21 und entgegen dem Arbeitsdruck in der Arbeitsleitung 13. Das Stellglied 31 ist vorzugsweise als Elektromagnet ausgebildet, insbesondere als ein Proportionalmagnet, dessen Stellkraft der erregenden Stromstärke proportional ist.

- Sofern die von dem Arbeitsdruck in der Arbeitsleitung 13 hervorgerufene Kraft kleiner ist als die von dem Leistungsregeldruck, der Rückstellfeder 30 und dem Stellglied 31 hervorgerufenen Gegenkraft, befindet sich ein Ventilkolben 29 des Steuerventils 25 in seiner in Fig. 1 dargestellten ersten Ventilstellung 32 und verbindet die Stellkammer 18 der Verstelleinrichtung 15 über das

Förderstromregelventil 26 mit dem Hydraulikfluid-Tank 12. Solange die Leistungsbegrenzung der Leistungsregelvorrichtung nicht anspricht, erfolgt die Regelung des Verdrängungsvolumens der Hydropumpe 3 ausschließlich über das Förderstromregelventil 26.

Übersteigt jedoch die von dem Arbeitsdruck in der Arbeitsleitung 13 hervorgerufene Kraft die von dem Leistungsregeldruck in der Leistungsregelleitung 21, der Rückstellfeder 13 und dem Stellglied 31 hervorgerufene Gegenkraft, so wird das Steuerventil 29 in seine zweite Ventilstellung 33 verschoben, so daß die Arbeitsleitung 13 über das Steuerventil 25 und das Förderstromregelventil 26 mit der Stellkammer 18 der Verstellvorrichtung 15 verbunden wird. Dadurch wird das Verdrängungsvolumen der Hydropumpe 3 in Richtung auf minimales Verdrängungsvolumen V_{\min} beim Ansprechen der Leistungsregelvorrichtung zurückgeschwenkt. Durch das Zurückschwenken in Richtung auf minimales Verdrängungsvolumen V_{\min} wird die über die Kopplungsfeder 23 auf das Leistungsregelventil 22 ausgeübte Rückkopplungskraft erhöht. Dies erlaubt einen höheren Leistungsregeldruck in der Leistungsregelleitung 21 stromaufwärts des Leistungsregelventils 22. Die Rückstellung in Richtung auf minimales Verdrängungsvolumen V_{\min} erfolgt deshalb nur solange, bis ein Gleichgewichtszustand erreicht wird. Grundsätzlich gilt, daß sich dieser Gleichgewichtszustand bei um so kleineren Verdrängungsvolumen des Hydromotors 3 einstellt, je größer der Arbeitsdruck in der Arbeitsleitung 13 ist. Bei geeigneter Charakteristik der Kopplungsfeder 23 läßt sich erreichen, daß das Produkt aus Arbeitsdruck in der Arbeitsleitung 13 und Verdrängungsvolumen der Hydropumpe 3 auf einen konstanten Maximalwert begrenzt wird.

Der Zulauf zu der Regelvorrichtung erfolgt über eine Zulaufdrossel 34, welche die Leistungsregelleitung 21 mit der Arbeitsleitung 13 gedrosselt verbindet.

Der von dem Steuerventil 25 erzeugte Stelldruck wird von dem Förderstromregelventil 26 übersteuert. Das Förderstromregelventil 26 ist in einer Stelldruckleitung 35, die sich von dem Steuerventil 25 zu der Stellkammer 18 erstreckt, angeordnet. Das Förderstromregelventil 26 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel ebenfalls als 3/2-Wegeventil ausgebildet. Die Stelldruckleitung 35 ist zwischen dem Förderstromregelventil 26 und dem Steuerventil 25 über eine erste Entlastungsdrössel 36 mit dem Hydraulikfluid-Tank 12 verbunden. Zwischen dem Förderstromregelventil 26 und der Stellkammer 18 ist die Stelldruckleitung 35 bzw. die Stellkammer 18 über eine zweite Entlastungsdrössel 37 mit der ersten Entlastungsdrössel 36 verbunden.

Das Förderstromregelventil 26 ist über eine erste Druckleitung 38 mit der Arbeitsleitung 13 stromaufwärts der Förderstromdrössel 14 und über eine zweite Druckleitung 39 mit der Arbeitsleitung 13 stromabwärts der Förderstromdrössel 14 verbunden. Solange die Leistungsregelvorrichtung bestehend aus dem Leistungsregelventil 22 und dem Steuerventil 25 nicht anspricht, wird das Verdrängungsvolumen der Hydropumpe 3 so eingestellt, daß die Förderstromdrössel 14 von einem konstanten Förderstrom durchströmt wird. Dazu wird das Förderstromregelventil 26 über die Druckleitungen 38 und 39 von dem Druckabfall an der Förderstromdrössel 14 beaufschlagt. Steigt der Druckabfall an der Förderstromdrössel 14 und somit der durch die Förderstromdrössel 14 durchströmende Förderstrom an, so wird das Förderstromregelventil 26 von seiner ersten Ventilstellung 40 in Richtung auf seine zweite Ventilstellung 41 verschoben, so daß der Stelldruck in der Stellkammer 18 erhöht wird und das Verdrängungsvolumen der Hydropumpe 3 in Richtung auf minimales Verdrängungsvolumen V_{\min} zurückgeschwenkt wird. Dadurch verringert sich wiederum der durch die Förderstromdrössel 14 strömende Förderstrom und somit der Druckabfall an der Förderstromdrössel 14, so daß sich an dem Förderstromregelventil 26 ein

Gleichgewichtszustand einstellt. Der dem angeschlossenen Verbraucher zugemessene Förderstrom ist durch Verändern des Querschnitts der vorzugsweise verstellbaren Förderstromdrossel 14 variierbar.

5

Die hydraulische Kraft aus der zweiten Druckleitung 39 wirkt zusammen mit der Kraft einer Einstellfeder 43 auf eine Messfläche 48 des Ventilkolbens. Um ein Ansammeln von Schmutz im Bereich der Messfläche 48 zu verhindern, ist 10 erfindungsgemäß ein Druckraum 45 ausgebildet, der über eine Gegendruckleitung 44 mit der Arbeitsleitung 13 stromaufwärts der Förderstromdrossel 14 verbunden ist. Über die Gegendruckleitung 44 wird der Druckraum 45 mit einem höheren Druck beaufschlagt, als die Messfläche 48. 15 Dadurch bildet sich ein Leckageweg aus, welcher von dem Druckraum 45 in Richtung der zweiten Druckleitung 39 verläuft. Durch diese gezielte Leckage wird durch das Zuführen von sauberem Hydraulikfluid in den Druckraum 45 verhindert, dass sich Schmutzpartikel über die zweite 20 Druckleitung 39 zu der Messfläche 48 bewegen und sich dort ablagern können.

Der Druckraum 45 wird durch zwei entgegengesetzt orientierte Flächen 46' und 46'' begrenzt. Der über die 25 Gegendruckleitung 44 zugeführte Druck bewirkt somit an dem Ventilkolben keine Kraft in axialer Richtung, da sich die wirkenden Kräfte an den entgegengesetzt orientierten Flächen 46' und 46'' aufheben. Die eigentliche Regelung des Förderstromregelventils 26 erfolgt damit 30 ausschließlich in Abhängigkeit des Drucks in der ersten Druckleitung 38 sowie des Drucks in der zweiten Druckleitung 39.

Dadurch, dass die Regelung des Förderstroms an einem von 35 dem Steuerventil 25 getrennten Förderstromregelventil 26 erfolgt, ist sichergestellt, daß durch eine Veränderung der von dem Stellglied 31 vorgegebenen Maximalleistung die Charakteristik der Förderstromregelung unbeeinflusst bleibt. Durch die von dem Stellglied 31 erzeugte

Zusatzkraft wird das Gleichgewicht zwischen dem Arbeitsdruck und dem Leistungsregeldruck verschoben. Mit zunehmender, von dem Stellglied 31 erzeugter Zusatzkraft wird bei gleichem Leistungsregeldruck in der

5 Leistungsregelleitung 21 ein höherer Arbeitsdruck in der Arbeitsleitung 13 benötigt, um das Steuerventil 25 zu betätigen. Folglich wird mit zunehmender, durch das Stellglied 31 aufgebracht Zusatzkraft, eine zunehmend höhere Maximalleistung eingestellt. Wenn das Stellglied 31

10 als Elektromagnet ausgebildet ist, ist die Maximalleistung, auf welche die Regelvorrichtung 1 begrenzt, um so höher, je größer der durch den Elektromagneten fließende Strom ist. Bei einem Stromausfall begrenzt die Regelvorrichtung 1 deshalb auf

15 die kleinstmögliche Maximalleistung, wodurch die Betriebssicherheit gewahrt ist.

Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Ventilblocks 50, welches für die in Fig. 1 gezeigte Regelvorrichtung 1

20 verwendet werden kann. In dem Ventilblock 50 sind das Steuerventil 25 und das Förderstromregelventil 26 in einer besonders kompakten Bauweise integriert. Fig. 3 zeigt ein hydraulisches Ersatzschaltbild des in Fig. 2 dargestellten Ventilblocks 50. Wie sich aus einem Vergleich mit Fig. 1

25 ergibt, entspricht die Bauweise des Ventilblocks der Beschaltung der Ventile 25 und 26 in Fig. 1. Bereits beschriebene Elemente sind deshalb mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen.

30 Der Ventilblock 50 verfügt über insgesamt fünf Anschlüsse, die auch in Fig. 3 angegeben sind, nämlich einen Arbeitsdruckanschluß P, einen Stelldruckanschluß A, einen Tankanschluß T, einen Leistungsregelanschluß X_1 und einen Förderstromregelanschluß X_2 . Der Leistungsregelanschluß X_1

35 und der Förderstromregelanschluß X_2 sind aus Fig. 2 nicht zu erkennen.

In einen Grundkörper 51 des Ventilblocks 50 sind eine erste Querbohrung 52 für das Steuerventil 25 und eine

zweite dazu parallele Querbohrung 53 für das Förderstromregelventil 26 eingebracht. Die Querbohrungen 52, 53 sind jeweils über einen Gewindestopfen 54 bzw. 55 verschlossen. In die erste Querbohrung 52 ist eine Ventilhülse 57 eingesetzt, in welcher der Ventilkolben 29 des Steuerventils 25 axial bewegbar ist. Der Ventilkolben 29 hat eine erste ringförmige Ausnehmung 56, welche über einen Verbindungskanal 58 mit dem Arbeitsdruckanschluß P verbunden ist. An die ringförmige Ausnehmung 56 schließt sich ein im Durchmesser erweiterter Bereich 59 an, an welchem eine erste Steuerkante 60 ausgebildet ist. Des weiteren hat der Ventilkolben 29 eine zweite ringförmige Ausnehmung 61, welche über einen Verbindungskanal 62 mit dem Tankanschluß T verbunden ist. An die zweite ringförmige Ausnehmung 61 schließt sich ein im Durchmesser erweiterter Bereich 92 an, an welchem eine zweite Steuerkante 63 ausgebildet ist.

Da der Ventilkolben 29 des Steuerventils 25 in seiner in Fig. 2 dargestellten Ruhestellung durch die erste Rückstellfeder 30 in Fig. 2 nach links verschoben ist, ist die zweite Steuerkante 63 geöffnet und ein weiterer Verbindungskanal 64 ist über den Verbindungskanal 62 mit dem Tankanschluß T verbunden. Die ringförmige Ausnehmung 56 ist über eine in dem Ventilkolben 29 ausgebildete Längsbohrung 65 mit einer zwischen einer ersten Druckangriffsfläche 66 und dem Verschlußstopfen 55 ausgebildeten ersten Druckkammer 67 verbunden. Dadurch wird die durch die linke Stirnfläche des Ventilkolbens 29 gebildete Druckangriffsfläche 66 mit dem Arbeitsdruck beaufschlagt. Der über den in Fig. 2 nicht dargestellten Leistungsregelanschluß X_1 einer zweiten Druckkammer 68 zugeführte Leistungsregeldruck greift an einer zweiten Druckangriffsfläche 69 an, welche die rechte Stirnfläche des Ventilkolbens 29 bildet. Auf diese Stirnfläche des Ventilkolbens 29 wirkt über einen Federteller 70 ferner die erste Rückstellfeder 30 ein. Die Vorspannung der ersten Rückstellfeder 30 kann durch Verstellen des

Federanlagekörpers 71 in dem Aufnahmekörper 72 variiert werden.

Die von dem als Elektromagneten ausgebildeten Stellglied 31 erzeugte Zusatzkraft wird über einen Stößel 73 in den Ventilkolben 29 eingeleitet. Je höher der den als Proportionalmagneten ausgebildeten Elektromagneten durchfließende elektrische Strom ist, desto höher ist die auf den Ventilkolben 29 ausgeübte Zusatzkraft. Der Ventilkolben 29 stellt sich daher so ein, dass die von dem Arbeitsdruck ausgeübte Stellkraft mit der von dem Leistungsregeldruck, der ersten Rückstellfeder 30 und dem Stellglied 31 ausgeübten Gegenkraft im Gleichgewicht steht.

Die Zulaufdrossel 34 ist vorteilhaft in dem Ventilblock 50 zwischen dem Arbeitsdruckanschluß P und der zweiten Druckkammer 68 integriert. Besonders vorteilhaft eignet sich dazu die Längsbohrung 65 in dem Ventilkolben 29. Die Längsbohrung 65 ist durch eine erste Querboreung 74 mit der ringförmigen Ausnehmung 56 und somit mit dem Arbeitsdruckanschluß P verbunden. Über eine drosselnde Querboreung 75 mit geringerem Querschnitt ist die Längsbohrung 65 mit dem zweiten Druckraum 68 verbunden.

Ein zweiter Ventilkolben 76 für das Förderstromregelventil 26 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel unmittelbar in die zweite Querboreung 53 eingesetzt. Der Ventilkolben 76 weist eine erste ringförmige Ausnehmung 77 auf, die über den Verbindungskanal 58 mit dem Arbeitsdruckanschluß P in Verbindung steht. An die erste ringförmige Ausnehmung 77 schließt sich ein Bereich 78 mit erweitertem Durchmesser an, an welchem eine erste Steuerkante 79 ausgebildet ist. An dem Ventilkolben 76 ist ferner eine zweite ringförmige Ausnehmung 80 ausgebildet, welche mit dem Verbindungskanal 64 in Verbindung steht. An die zweite ringförmige Ausnehmung 80 schließt sich ein Bereich 81 mit erweitertem Durchmesser an, an welchem eine zweite Steuerkante 82 ausgebildet ist. In der dargestellten Ruhestellung ist der

- zweite Ventilkolben 76 durch die zweite Rückstellfeder 42, die in dem dargestellten Ausführungsbeispiel aus zwei Einzelfedern 42a und 42b zusammengesetzt ist, an seinen in Fig. 2 linken Anschlag gedrückt, so daß die zweite Steuerkante 82 geöffnet ist. Die Einzelfedern 42a und 42b der zweiten Rückstellfeder 42 liegen an einem Federteller 83 an, der an dem zweiten Ventilkolben 76 in Anlage gehalten wird. In dem in den Grundkörper 51 eingeschraubten Aufnahmekörper 84 befindet sich eine von außen zugängliche Verstelleinrichtung 85, mit welcher sich die axiale Lage eines zweiten Federtellers 86 und somit die Vorspannung der zweiten Rückstellfeder 42 verändern läßt.
- 15 In dem zweiten Ventilkolben 76 befindet sich eine als Sackbohrung ausgeführte Längsbohrung 87, welche an einer zwischen dem Verschlußstopfen 54 und dem zweiten Ventilkolben 76 ausgebildeten dritten Druckkammer 88 ausmündet, so dass die dritte Druckkammer 88 mit dem Arbeitsdruckanschluß P verbunden ist. Der über eine erste Verbindungsbohrung 100 und die Längsbohrung 87 zugeführte Arbeitsdruck greift dabei an einer ersten Druckmessfläche 89 des zweiten Ventilkolbens 76 an.
- 25 Die dem Förderstromregelanschluß X_2 zugeführte zweite Druckleitung 39 ist mit einem vierten Druckraum 90 verbunden, so dass eine zweite Druckmessfläche 91 des zweiten Ventilkolbens 76 mit einem Druck aus der Arbeitsleitung stromabwärts des Förderstromregelventils 14 beaufschlagt wird. Die Gleichgewichtslage des zweiten Ventilkolbens 76 wird deshalb durch die Differenz zwischen dem Arbeitsdruck und dem Druck an dem Förderstromregelanschluß X_2 bestimmt.
- 35 Die zweite Druckmessfläche 91 wird durch einen ersten Dichtabschnitt 102 begrenzt. In Richtung der ersten Messfläche 89 ist ein zweiter Dichtabschnitt 103 an dem Ventilkolben 76 ausgebildet, so dass zwischen dem ersten Dichtabschnitt 102 und dem zweiten Dichtabschnitt 103 eine

weitere ringförmige Ausnehmung 101 ausgebildet ist. Die ringförmige Ausnehmung 101 bildet mit der Querbohrung 53 des Grundkörper 51 einen Ringkanal als Druckraum aus. Die im Inneren des Ventilkolbens 76 verlaufende Längsbohrung 87 erstreckt sich von der ersten Druckmessfläche 89 bis in den Bereich der ringförmigen Ausnehmung 101. Der Ventilkolben 76 wird im Bereich der ringförmigen Ausnehmung 101 von einer weiteren Verbindungsbohrung 104 durchdrungen. Der im Bereich der ringförmigen Ausnehmung 101 ausgebildete Ringkanal steht damit über die Verbindungsbohrung 100, die Längsbohrung 87 sowie die weitere Verbindungsbohrung 104 in permanenter Verbindung mit dem Arbeitsdruckanschluß P.

Der erste Dichtabschnitt 102 und der zweite Dichtabschnitt 103 weisen auf der zu dem Ringkanal gewandten Seite jeweils eine Fläche 105' sowie 105'' auf, welche entgegengesetzt orientiert und gleichgroß sind. Das über die weitere Verbindungsbohrung 104 zugeführte Hydraulikfluid übt daher auf den Ventilkolben 76 keine Kraft aus, welche den Ventilkolben 76 in axialer Richtung verschiebt. Entlang des ersten Dichtabschnitts 103 ist durch Verwendung einer entsprechenden Passung ein Leckageweg ausgebildet, so dass aus dem Ringkanal ein geringer Anteil Leckfluid in dem vierten Druckraum 90 strömt. Durch diese geringe Strömung wird an dem ersten Dichtabschnitt 102 eine definierte Leckströmung eingestellt, welche aus sauberem Leckfluid besteht. Dadurch wird verhindert, dass Schmutzpartikel bei einem umgekehrter Leckageweg zu einer Zerstörung der Dichtflächen der Querbohrung 53 bzw. des Ventilkolbens 76 führen.

Im Bereich des Verbindungskanal 62 weist der Ventilkolben 76 eine Durchführung 93 auf.

Von dem vierten Druckraum 90 erstreckt sich eine schräge Längsbohrung 94 bis zu dem Stelldruckanschluß A. Diese Längsbohrung 94 ist durch einen Verschlußstopfen 95

unterbrochen, so dass keine direkte Verbindung von dem Tankanschluß T zu dem vierten Druckraum 90 besteht. In dem Durchdringungsbereich zwischen dem Verbindungskanal 64 und der Längsbohrung 94 befindet sich ein Verschlussstopfen 5 96, in welchem eine Sackbohrung 97 ausgebildet ist. Die Sackbohrung 97 ist über eine erste Querbohrung 98, welche die erste Entlastungsdrossel 36 bildet, mit dem Tankanschluß T verbunden. Ferner ist die Sackbohrung 97 über eine zweite Querbohrung 99, welche die zweite 10 Entlastungsdrossel 37 bildet, mit dem Stelldruckanschluß A verbunden. Durch Verdrehen des Verschlussstopfens 96 kann der Öffnungsquerschnitt, welcher durch Überlappung der Querbohrungen 98 und 99 mit dem Querschnitt der Längsbohrung 94 entsteht, eingestellt werden.

15 Anstelle des in den Figuren 1 bis 3 dargestellten Ausführungsbeispiel ist es auch denkbar, die Erfindung in anderen Regeleinrichtungen einzusetzen. Beispielfhaft ist in den Figuren vier bis sechs dargestellt, anstelle des 20 Elektromagneten 31 eine manuelle Verstelleinrichtung 85' und 80' vorzusehen. Die manuelle Verstelleinrichtung 85' weist einen Federteller 86' auf, auf dem sich die Rückstellfeder 30 sowie eine zusätzliche Rückstellfeder 30' abstützen. Durch die Verwendung zweier Federn, deren 25 überlagerte Kraft die Verstellcharakteristik des Steuerventils 25 bestimmen, ist es möglich, eine Anpassung der Charakteristik des Steuerventils 25 ist an eine Leistungshyperbel vorzunehmen. Für das Steuerventil 25 ist ebenfalls eine Ausbildung eines Leckageweg möglich, so 30 dass auch hier die Ablagerung von Verschmutzungen zu verhindern ist.

Ansprüche

5

1. Regelvorrichtung (1) für eine in zumindest eine Arbeitsleitung (13) fördernde Hydropumpe (3), die in ihrem Verdrängungsvolumen durch eine Verstelleinrichtung (15) einstellbar ist, wobei die Verstelleinrichtung (15) mit
10 einem Stelldruck beaufschlagbar ist, der durch ein Regelventil (26) in Abhängigkeit von einem ersten Druck und einem zweiten Druck geregelt ist, wobei der erste Druck über eine erste Druckleitung (38) eine erste Messfläche (89) beaufschlagt und der zweite Druck über
15 eine zweite Druckleitung (39) eine entgegengesetzte zweite Messfläche (91) des Regelventils (26) beaufschlagt und der erste Druck höher als der zweite Druck ist, dadurch gekennzeichnet,
dass zwischen der ersten und der zweiten Messfläche (89,
20 91) ein Druckraum (45) ausgebildet ist und von dem Druckraum (45) in Richtung auf die zweite Druckleitung (39) ein Leckageweg ausgebildet ist.

2. Regelvorrichtung nach Anspruch 1,
25 dadurch gekennzeichnet,
dass der Druckraum (45) über eine Gegendruckleitung (87) mit der ersten Druckleitung (38) verbunden ist,

3. Regelvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
30 dadurch gekennzeichnet,
dass die erste Druckleitung (38) mit einem förderseitigen Arbeitsleitungsanschluß (P), der mit der Arbeitsleitung (13) in Verbindung steht, verbunden ist.

35 4. Regelvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet,
dass die zweite Druckleitung (39) mit der Arbeitsleitung (13) in Förderrichtung nach einer in der Arbeitsleitung (13) angeordneten Drosselstelle (14) verbunden ist.

5. Regelvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Regelvorrichtung (1) eine Förderstromregelung
5 ist.

6. Ventilblock (50) für eine Regelvorrichtung (1), der
zumindest eine Ausnehmung (53) zur Aufnahme eines
Ventilkolbens (76) aufweist, welcher eine erste Messfläche
10 (89) und eine zweite, entgegengesetzt orientierte
Messfläche (91) aufweist, wobei die erste Messfläche (89)
über eine erste Druckleitung (87) mit einem ersten Druck
beaufschlagbar ist und die zweite Messfläche (91) über
eine zweite Druckleitung (39) mit einem zweiten Druck, der
15 niedriger als der erste Druck ist, beaufschlagbar ist,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Dichtabschnitt (102) an dem Ventilkolben (76)
ausgebildet ist, auf dessen von der zweiten Messfläche
(91) abgewandter Seite ein Druckraum (101) vorhanden ist,
20 wobei der Dichtabschnitt (102) einen Leckageweg von dem
Druckraum (101) in die zweite Druckleitung (39) bildet.

7. Ventilblock nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
25 dass der Druckraum (101) über einen Gegendruckkanal (87)
mit einem Arbeitsleitungsanschluß (P) verbunden ist.

8. Ventilblock nach Anspruch 6 oder 7,
dadurch gekennzeichnet,
30 dass der Druckraum (101) als Ringkanal ausgebildet ist.

9. Ventilblock nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Ringkanal (101) durch eine radiale Verjüngung an
35 dem Ventilkolben (76) ausgebildet ist.

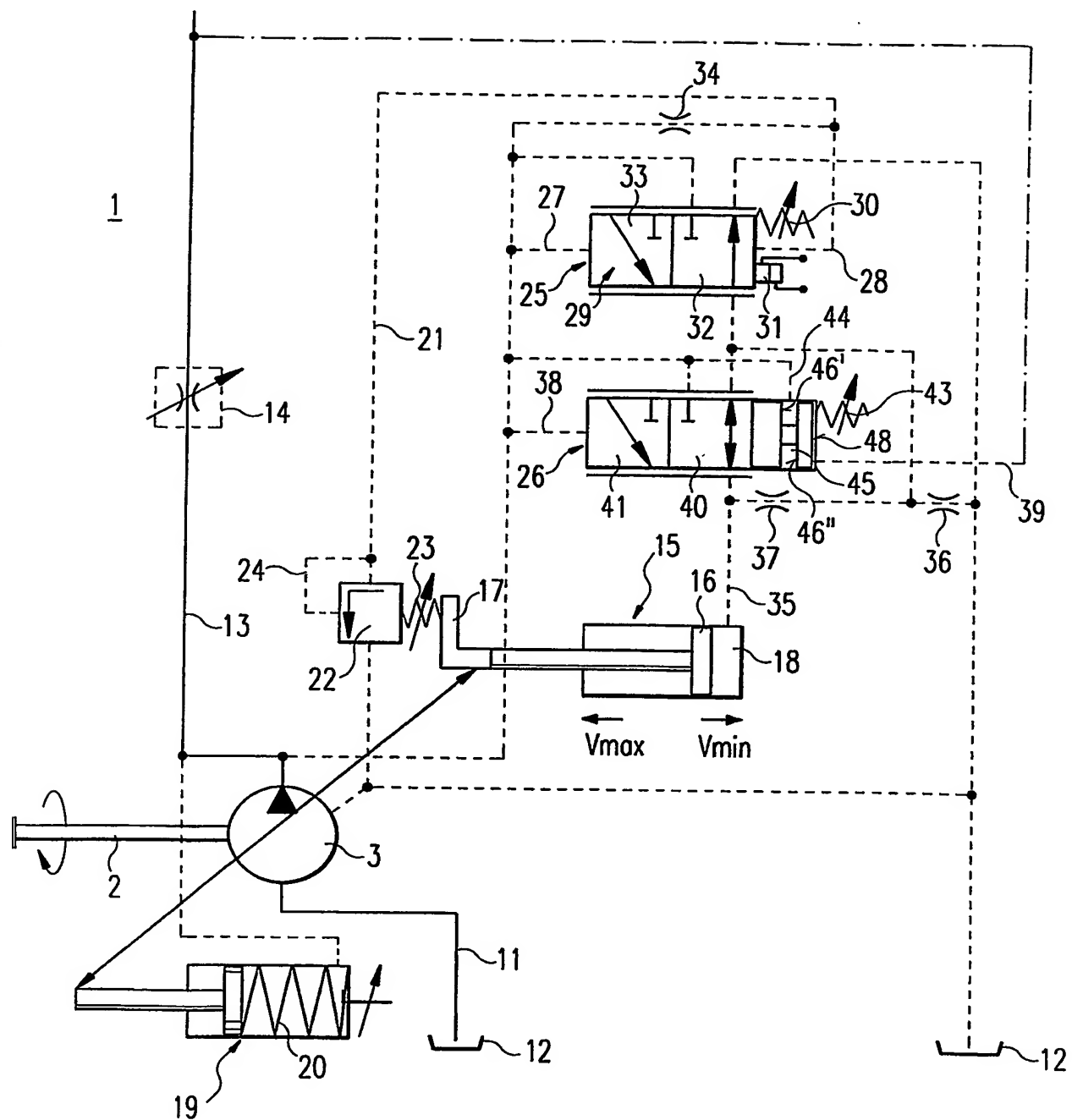


Fig. 1

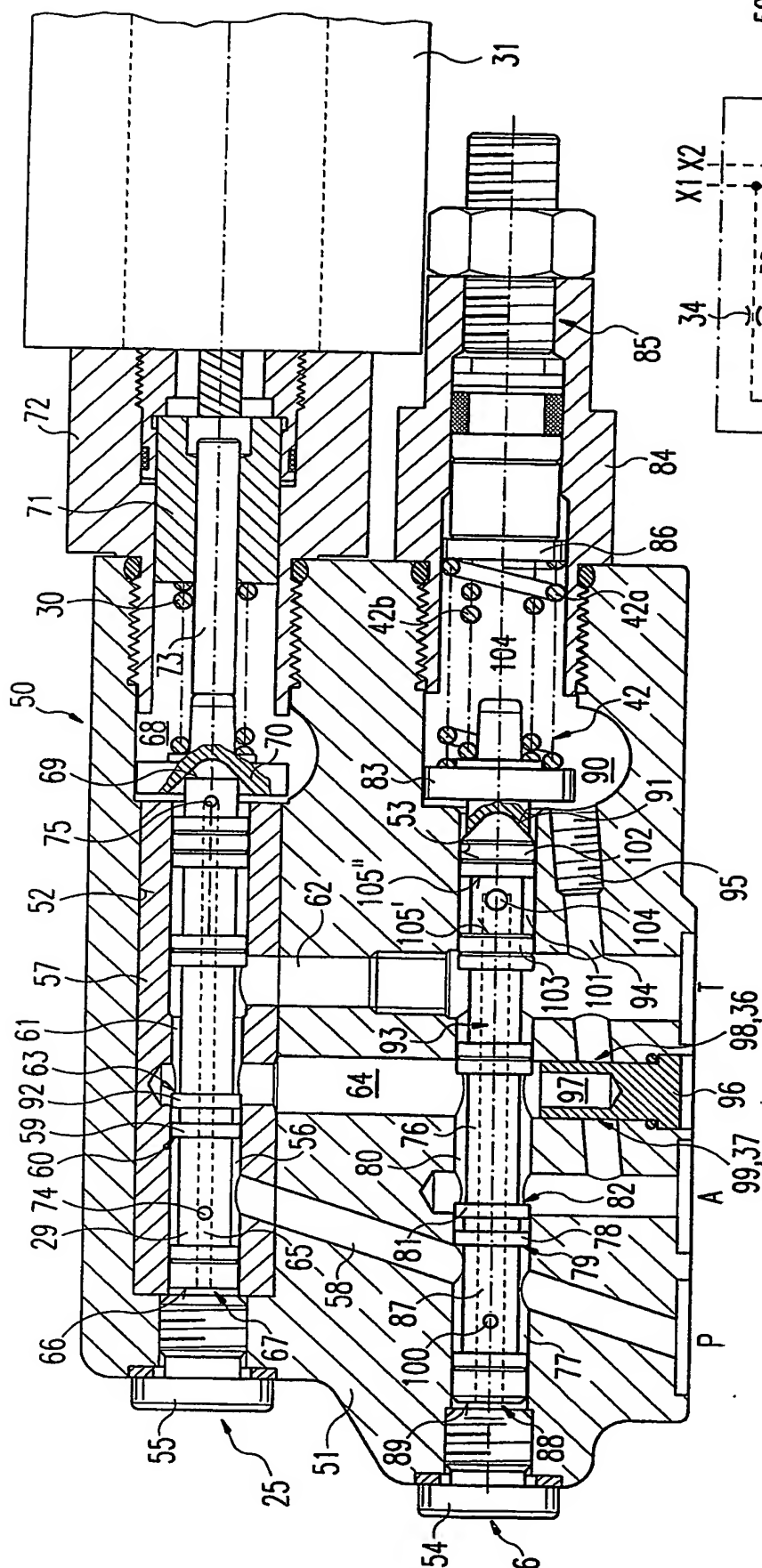


Fig. 2

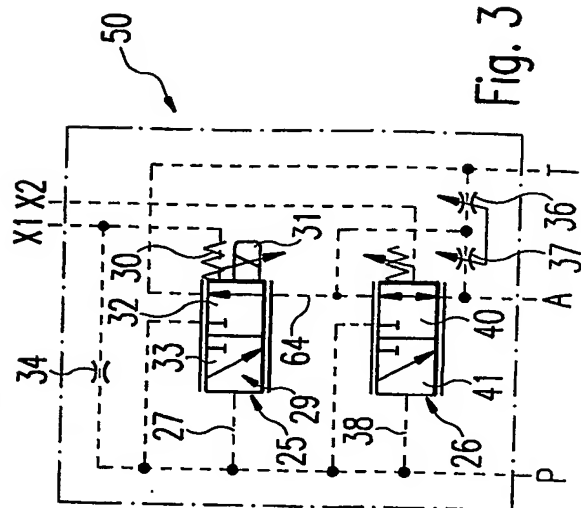


Fig. 3

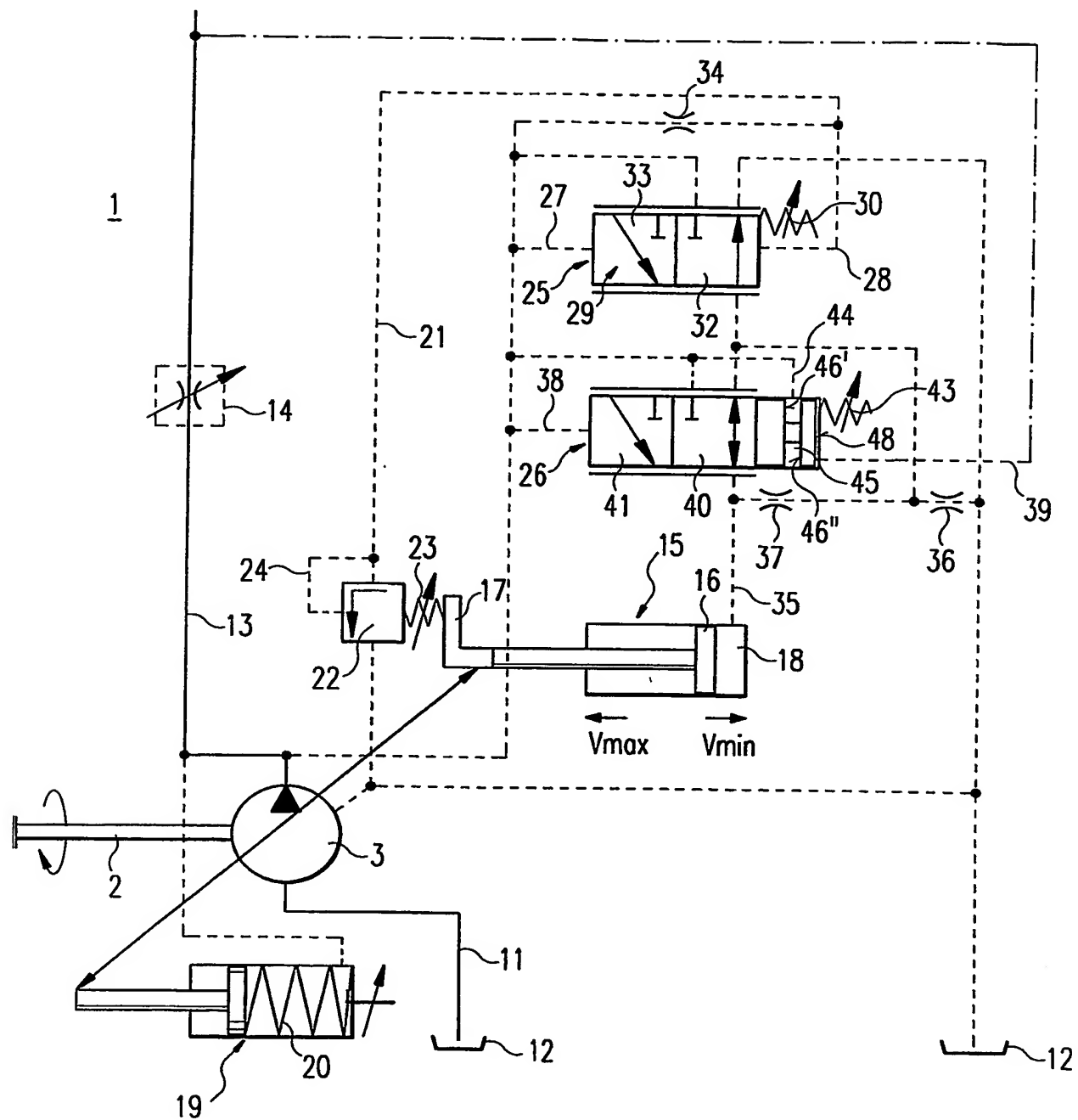


Fig. 4

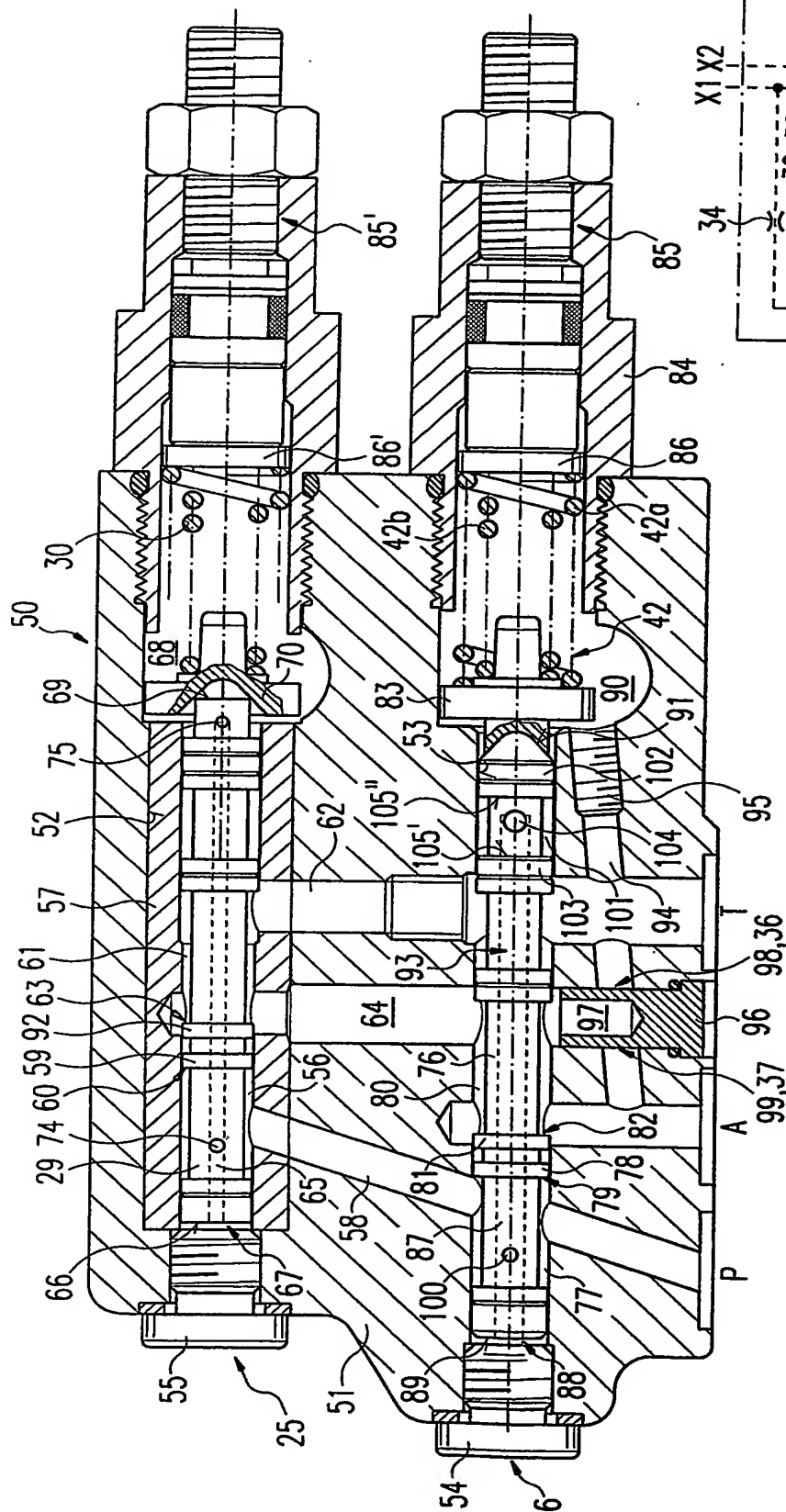


Fig. 5

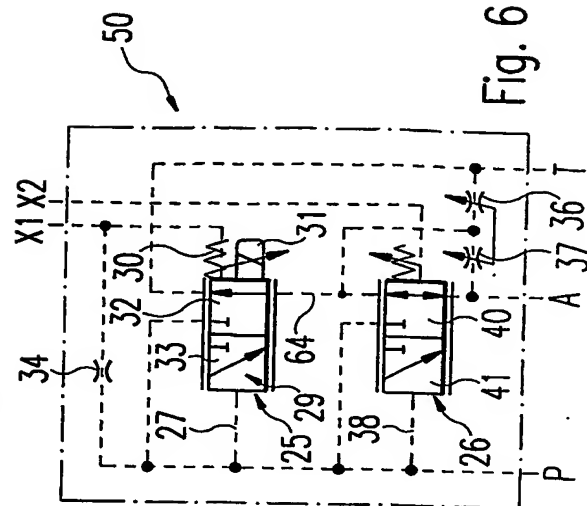


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/11216

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F04B49/00 F15B11/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F04B F15B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 199 53 170 A (BRUENINGHAUS HYDROMATIK GMBH) 17 May 2001 (2001-05-17) cited in the application the whole document ---	1,3-6
A	US 6 179 570 B1 (SMITH DAVID P) 30 January 2001 (2001-01-30) the whole document ---	1-9
A	US 2 238 063 A (KENDRICK CHARLES M) 15 April 1941 (1941-04-15) the whole document ---	1-9
	-/--	



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 January 2004

Date of mailing of the international search report

27/01/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Olona Laglera, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 03/11216

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 410 (M-1302), 28 August 1992 (1992-08-28) & JP 04 136489 A (HITACHI CONSTR MACH CO LTD), 11 May 1992 (1992-05-11) abstract</p> <p>-----</p>	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/11216

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19953170	A	17-05-2001	DE 19953170 A1	17-05-2001
US 6179570	B1	30-01-2001	DE 10028416 A1	08-02-2001
			JP 2001020869 A	23-01-2001
US 2238063	A	15-04-1941	NONE	
JP 04136489	A	11-05-1992	NONE	

PCT/EP 03/11216

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Juli 1992)

INTERNATIONAL RESEARCH REPORT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/11216

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Bez. Anspruch Nr.
A	<p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 410 (M-1302), 28. August 1992 (1992-08-28) & JP 04 136489 A (HITACHI CONSTR MACH CO LTD), 11. Mai 1992 (1992-05-11) Zusammenfassung</p> <p>-----</p>	1-9

INTERNATIONAL RESEARCH REPORT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/11216

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19953170 A	17-05-2001	DE 19953170 A1	17-05-2001
US 6179570 B1	30-01-2001	DE 10028416 A1	08-02-2001
		JP 2001020869 A	23-01-2001
US 2238063 A	15-04-1941	KEINE	
JP 04136489 A	11-05-1992	KEINE	